

SWEDEN Patent 515 157
[SE-9803606]
CLAESSON, Ingvar et al.

ABSTRACT

Tool (3) and a tool holder (5) are fed in a direction (P2) while the workpiece (1) is rotated at the cutting speed. The tool cuts ridges in the workpiece which resemble stripes and a control unit (7) feeds control voltages to two piezo-ceramic elements (9), which obtain a dimensional change and produce a vibration motion in the lateral direction (P3), causing widening of the ridges and working the stripes off. The control unit generates voltages with a wide noise-like frequency content.

SVERIGE

(12) **PATENTSKRIFT**(13) **C2**(11) **515 157**

(19) SE

(51) Internationell klass 7
B23B 29/12, F16F 15/00

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET

(45) Patent meddelat **2001-06-18**
 (41) Ansökan allmänt tillgänglig **2000-04-23**
 (22) Patentansökan inkom **1998-10-22**
 (24) Löpdag **1998-10-22**
 (62) Stamansökans nummer
 (86) Internationell ingivningsdag
 (86) Ingivningsdag för ansökan om europeisk patent
 (83) Deposition av mikroorganism

(21) Patentansöknings-
nummer **9803606-4**

Ansökan inkommen som:

☒ svensk patentansökan
 fullföljd internationell patentansökan
 med nummer
☐ omvandlad europeisk patentansökan
 med nummer

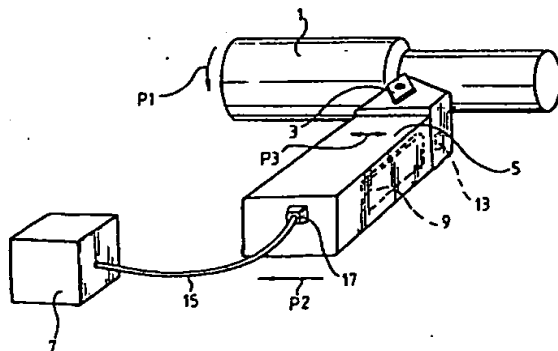
(30) Prioritetsuppgifter

- (73) **PATENTHAVARE** Ingvar Claesson, Sockengatan 64 252 51 Helsingborg SE
 Lars Håkansson, Sockengatan 64 252 51 Helsingborg SE
 Thomas Lagö, Snöbollsvägen 29 564 34 Bankeryd SE
 (72) **UPPFINNARE** Ingvar Claesson, Helsingborg SE, Lars Håkansson,
 Helsingborg SE, Thomas Lagö, Bankeryd SE
 (74) **OMBUD** AWAPATENT AB
 (54) **BENÄMNING** Metod och anordning för styrning av svarvoperation
 (56) **ANFÖRDA PUBLIKATIONER:**
 US A 4 849 668, US A 5 170 103
 (57) **SAMMANDRAG:**

Uppfinningen avser en anordning för ökning av yt-
 jämnheten hos en svarvad yta, vilken anordning innefattar
 ett styrsystem med en styrenhet (7) och en till styren-
 heten anslutbar och med en verktygshållare (5) förbindbar
 aktuator (9). Aktuatoren är inrättad att bibringa verk-
 tygshållaren en vibrationsrörelse i sidled.

Uppfinningen avser även en metod för ökning av yt-
 jämnheten hos en svarvad yta, innefattande att styra en
 verktygshållares vibrationer under svarvning. Metoden
 innefattar vidare att bibringa verktygshållaren en vib-
 rationsrörelse i sidled.

Därtill avser uppfinningen en svarv respektive en
 svarvverktygshållare som i likhet med anordningen är ut-
 formade för att åstadkomma nämnda vibrationsrörelse i
 sidled.



Tekniskt område

Föreliggande uppfinning avser en metod och en anordning för styrning av en svarvoperation, och närmare bestämt en metod, en anordning, en svarvverktygshållare och en svarv för ökning av ytjämnheten hos en svarvad yta.

Bakgrundsteknik

När ett arbetsstycke bearbetas med hjälp av en svarv uppkommer alltid en viss ojämnheter i den svarvade ytan. Ojämnheten kan liknas vid ränder, eller gängor och uppkommer på grund av att det bearbetande verktygets skärande egg har en begränsad nosradie. Verktygen tillverkas med flera olika standardradier. Eggens radie ger i kombination med matningen en yta som inte är helt slät. Låg matningshastighet ger förvisso en jämnare yta, men är orationellt i industritillverkning och därför inte någon lösning på problemet.

Av rationalitetsskäl och kostnadsskäl vore mycket vunnit om man trots förhållandevis hög matningshastighet kunde åstadkomma en yta med så hög jämnhet att den efterbearbetning som idag ofta erfordras kan elimineras eller i vart fall reduceras avsevärt.

Sammanfattning av uppfinningen

Ändamålet med föreliggande uppfinning är att åstadkomma en metod och en anordning för ökning av ytjämnheten vid svarvning.

Ändamålet uppnås med en anordning respektive en metod enligt patentkraven 1 respektive 12.

Kort beskrivning av ritningarna

Uppfinningen och ytterligare fördelar med den kommer att beskrivas närmare nedan genom utföringsexempel under hänvisning till de åtföljande ritningarna, där:

fig 1 i en schematisk perspektivvy visar en utföringsform av anordningen enligt uppfinningen;

fig 2 i en schematisk perspektivvy visar en utföringsform av en skärhållare enligt uppfinningen; och

fig 3 i en schematiskt vy ovanifrån visar anordningen enligt fig 1.

5 Beskrivning av en utföringsform

I fig 1 visas principiellt en utföringsform av anordningen, samt även av skärhållaren enligt uppfinningen. Hänvisningsbeteckningen 1 anger ett arbetsstycke som är uppsatt i en svarv och roterar i den riktning som visas
10 av en pil P1. Arbetsstycket 1 bearbetas med ett verktyg 3, som benämnes skär, som är styvt förbundet med en verktygshållare 5, som benämnes skärhållare. Anordningen innefattar ett styrsystem med en styrenhet 7 och två aktuatorer 9, 11, varav den ena antyds med streckade
15 linjer i fig 1 och båda visas i fig 2, som visar själva skärhållaren 5 i en annan vy.

Varje aktuator 9, 11 innefattar ett aktivt element 9, 11, vilket här utgörs av piezokeramelement. Ett piezokeramelement kan i sin tur vara utfört som en enhet eller
20 med fördel vara uppbyggt som en så kallad stack och/eller av flera delelement. Således kan elementet vara en solid kropp eller flera individuella men sammansatta och samverkande kroppar. De aktiva elementen 9, 11 är inbäddade i skärhållarens 5 kropp, som även benämnes skaft. Närmare
25 bestämt är de ingjutna. Ingjutningen utförs genom att för varje aktivt element 9, 11 utformas en urtagning i verktygshållarens kropp, varefter det aktiva elementet 9, 11 placeras däri och gjuts över. Det aktiva elementet 25, 27 limmas företrädesvis mot urtagningens bottenyta. De aktiva
30 elementen 9, 11 är inbäddade tämligen grunt, eller ytnära, i skärhållaren 5, dvs nära dess sidoytor 5d, 5e. Vidare är de aktiva elementen 9, 11 plattformiga och är parallellt, motstående anordnade. De aktiva elementen 9, 11 är därvid anordnade på var sin sida om skärhållarens 5
35 geometriska centrumaxel, vilken är markerad med I-I i fig 2. Ett aktivt element 9, 11 karaktäriseras av att det ändrar dimension när en elektrisk spänning anbringas över

det. Dimensionsförändringen står i ett förhållande till spänningen. Vidare är verktyget 3 monterat på hållarens 5 ovansida 5c.

Styrenheten 7 är via en ledning 15 och en kontakt 17 ansluten till skärhållaren 5. Inuti, dvs inbäddade i, skärhållaren 5 löper till/från kontakten 17 ledare 30-33 till de aktiva elementen, eller piezokeramelementen, 9, 11, se fig 3. Piezokeramelementen 9, 11 är långsträckta i skärhållarens 5 längdled och ledarna 30-33, som två och två är anslutna till var sitt piezokeramelement 9, 11, är anslutna till deras framändar 11a respektive 9a och bakändar 11b respektive 9b.

Anordningen fungerar enligt följande. Verktyget 3 och skärhållaren 5 matas i riktningen av pilen P2 med en viss matningshastighet M. Arbetsstycket roterar i pilens P1 riktning med en viss skärhastighet. Kombinationen av att $M > 0$, och verktygets 3 egg har en radie ger upphov till kvarstående, skruvformigt förlöpande åsar på den bearbetade ytan. Åsarna framstår närmast som ränder. Styrenheten 7 matar aktuatorerna och närmare bestämt piezokeramelementen 9, 11 med styrspänningar. När piezokeramelementen 9, 11 spänningssätts förlängs de således i högre eller mindre grad beroende på spänningarnas amplituder. Med andra ord erhåller varje piezokeramelement 9, 11 en dimensionsförändring i sin längdled, vilken även är skärhållarens 5 längdled. Piezokeramelementen 9, 11 är företrädesvis inbäddade i skärhållaren 5 så att deras begränsningsytor anliggar direkt mot materialet i skärhållarens 5 kropp. Piezokeramelementen 9, 11 har motstående kraftförmedlande ytor i form av sina ändytor vid ändarna 9a, 9b, 11a och 11b. Dessa ändytor överför piezokeramelementens 9, 11 längdförändringar i skärhållarens 5 kropp. Eftersom piezokeramelementen 9, 11 är belägna på avstånd från verktygshållarens 5 centrumaxel I-I skapar längdförändringarna vridande moment, vilka med den visade placeringen av piezokeramelementen 9, 11 yttrar sig som böjning. Med uttrycket "på avstånd från centrumaxeln"

avses att piezokeramelementens 9, 11 geometriska centrum-axlar inte sammanfaller med skärhållarens 5 geometriska centrumaxel. Om centrumaxlarna skulle sammanfalla så skulle inget böjande moment åstadkommas utan enbart en
5 ren längdförändring av skärhållaren 23. Detsamma skulle gälla om båda piezokeramelementen 9, 11 skulle längdförändras i fas och lika mycket. De krafter som induceras med hjälp av piezokeramelementen 9, 11 böjer skärhållarens 5 framände 5a i sidled, från sida till sida, tack
10 vare att styrspänningarna till respektive piezokeramelement 9, 11 anbringas så att piezokeramelementen 9, 11 längdförändras i motfas mot varandra. Skärhållaren 5 bringas således att vibrationsartat röra sig omväxlande med och mot matningsriktningen.

15 De vridande momenten verkar således kring en axel som är vinkelrät mot centrumaxeln I-I och skapar en vibrationsrörelse i sidled, såsom anges med pilen P3. Genom sidovibrationerna breddas det spår som verktyget skapar i arbetsstyckets 1 yta och ränderna arbetas bort.
20 Styrspänningarnas utseende är dock av betydelse för resultatet. I ett föredraget utförande av anordningen alstrar styrenheten 7 sammansatta styrspänningar med ett brett, brusliknande frekvensinnehåll. En faktor i detta sammanhang är dock matningshastigheten M, som kan variera
25 tämligen kraftigt mellan olika svarvoperationer. Matningshastigheten har främst betydelse för styrspänningarnas amplitud. En föredragen utföringsform av anordningen enligt uppfinningen innefattar därför en styrenhet som är inställbar med avseende på styrspänningarnas amplitud.
30 Därigenom kan olika amplituder alstras.

Alternativa utföringsformer

Ovanstående beskrivning utgör väsentligen ett ej begränsande exempel på hur anordningen enligt uppfinningen kan vara utformad. Många modifieringar är möjliga inom
35 ramen för uppfinningen såsom den definieras i de åtföljande patentkraven. Nedan följer några exempel på sådana modifieringar.

I en alternativ utföringsform innefattar styrenheten även ett organ för inställning av frekvensinnehållet i styrspänningarna.

I en annan alternativ utföringsform har styrenheten
5 förinställda värden på frekvens och amplitud för styrspänningarna.

I ytterligare en alternativ utföringsform av anordningen enligt uppfinningen arbetar styrenheten 7 med återkopplad styrning, vilket innebär att den strävar
10 efter att ställa in vibrationernas amplitud på en lämplig nivå med hjälp av återkoppling från sensorer. Styrenheten 7 är valbar bland många olika typer, exempelvis analog återkopplad styrenhet, konventionell PID-regulator, adaptiv regulator eller någon annan lämplig typ av styrenhet.
15 För åstadkommande av nämnda återkopplade styrning är sensorer 13, 15 anordnade i skärhållaren 5, såsom åskådliggörs i figurerna. Sensorer 13, 15 är anordnade framför aktuatorerna 9, 11. Med framför avses närmre den ände av skärhållaren 5 där verktyget 3 är monterat, vilken ände
20 naturligt betraktas som skärhållarens 5 främre ände 5a. Motstående ände 5b är således skärhållarens 5 bakre ände. Sensorerna 13, 15 utgörs av piezoelektriska kristaller som alstrar en elektrisk spänning när de utsätts för kraftpåverkan. Sensorerna 13, 15 är företrädesvis, i likhet
25 med aktuatorerna 9, 11 inbäddade i skärhållarens 5 kropp och är elektriskt förbundna med styrenheten 7 via ledare som är anslutna på motsvarande sätt som aktuatorernas ledare 30-33, men som av tydlighetsskäl ej visas.

Sensorerna 13, 15 utsätts för omväxlande drag- och tryckkrafter. Varje sensor 13, 15 alstrar då en sensorspänning som varierar i takt med kraftvariationerna. Sensorspänningarna detekteras och analyseras av styrenheten 7, som styr aktuatorerna 9, 11 i enlighet med önskad amplitud hos sensorspänningarna. Den reglering som detta
35 innebär utförs med hjälp av en regleralgoritm. Det finns många kända regleralgoritmer att välja bland.

I ännu en alternativ utföringsform av anordningen enligt uppfinningen tar styrenheten hänsyn till vilken matningshastighet som är aktuell, dvs den har ett organ för angivelse av vilken matningshastighet som är aktuell
5 för den svarvoperation som skall påbörjas. I en NC-styrd svarv kan organet till och med automatiskt hämta denna information direkt från NC-styrssystemet.

En annan möjlig modifiering är att ändra antalet aktuatorer. I det enklaste fallet är en aktuator anordnad
10 i verktygshållaren. För att man skall uppnå en mer symmetrisk kraftpåverkan på verktygshållaren är det dock en fördel att anordna åtminstone det ovan beskrivna aktuatorparet med den beskrivna motstående placeringen. Det finns inget som hindrar att man anordnar fler aktuatorer,
15 som är parvis och motstående monterade i verktygshållaren. Av praktiska skäl och med tanke på produktionskostnader är det dock en nackdel att bädda in många aktuatorer.

Sättet att montera de aktiva elementen kan varieras.
20 Utöver ovannämnda monteringsätt kan de till exempel förmonteras i en gjutform i vilken verktygshållaren gjuts. Om de gjuts in i efterhand, såsom har beskrivits ovan kan de antingen täckas med samma material som verktygshållaren är tillverkat av eller något annat lämpligt material.
25 Vidare är alternativ till den ovan beskrivna, föredragna monteringen där elementen visserligen limmas mot urtagningens botten men två motstående kraftförmedlingsytor väsentligen alstrar de vridande momenten är andra alternativ möjliga. Ett sådant innebär att dimensionsförändringen helt överförs via limförbandet, vilket i princip
30 är möjligt med dagens mest hållfasta lim. I det fallet kan ovannämnda kraftförmedlingsytor anläggning utelämnas, vilket minskar kraven på passning. Även andra varianter ryms inom ramen för uppfinningen.

35 De aktiva elementen är formmässigt inte bundna till att vara rätblocksformiga och plattformiga som de visade elementen, utan formen kan variera. Plattformigheten är

dock en fördel, eftersom den bidrar till att minimera elementets volym. Vidare är långsträckthet en god formegenskap som också bidrar till att elementet får en liten volym. Det är därvid att föredra att dimensionsföränd-

5 ringarna sker i elementets längdled.

Principiellt ryms andra aktuator typer och -monteringar än de ovan beskrivna inom ramen för uppfinningen.

Inbäddade, aktiva element uppvisar dock tydliga fördelar.

PATENTKRAV

1. Anordning för ökning av ytjämnheten hos en svar-
vad yta, vilken anordning innefattar ett styrsystem inne-
5 fattande en styrenhet (7) och en till styrenheten anslut-
bar och med en verktygshållare (5) förbindbar aktuator
(9, 11) k ä n n e t e c k n a d av att nämnda aktuator
är inrättad att bibringa verktygshållaren en vibrations-
rörelse i sidled, varvid verktygshållaren bringas att
10 vibrationsartat röra sig omväxlande med och mot
matningsriktningen när anordningen är monterad i en
svarv.

2. Anordning enligt patentkrav 1, k ä n n e -
t e c k n a d av att nämnda aktuator (9, 11) innefattar
15 ett aktivt element (9, 11) som är inbäddbart i verktygs-
hållarens (5) kropp.

3. Anordning enligt patentkrav 1 eller 2,
k ä n n e t e c k n a d av att styrsystemet innefattar
en till styrenheten (7) anslutbar och med verktygshålla-
20 ren (5) förbindbar vibrationssensor (13, 15), att nämnda
vibrationssensor är anordnad för avkänning av verktygs-
hållarens vibrationer i sidled och att styrenheten är an-
ordnad för styrning av vibrationsrörelsen genom styrning
av aktuatorn i beroende av sensorsignaler från vibra-
25 tionssensorn.

4. Svarvverktygshållare, k ä n n e t e c k n a d
av att den innefattar en aktuator (9, 11), som är anord-
nad att bibringa svarvverktygshållaren (5) en vibrations-
rörelse i sidled, , varvid verktygshållaren bringas att
30 vibrationsartat röra sig omväxlande med och mot
matningsriktningen när den är monterad i en svarv.

5. Svarvverktygshållare enligt patentkrav 4,
k ä n n e t e c k n a d av att nämnda aktuator (9, 11)
innefattar ett aktivt element (9, 11), som är inbäddat i
35 svarvverktygshållarens (5) kropp.

6. Svarvverktygshållare enligt patentkrav 4 eller 5,
k ä n n e t e c k n a d av att den innefattar minst ett

par aktiva element, varvid de i paret ingående aktiva elementen är motstående anordnade på var sin sida om svarvverktygshållarens (5) centrumaxel.

7. Svarvverktygshållare enligt patentkrav 4, 5 eller 5 6, k ä n n e t e c k n a d av att den innefattar en vibrationssensor (13, 15), som är inbäddad i svarvverktygshållarens (5) kropp.

8. Svarv innefattande en verktygshållare (5) och en med verktygshållaren förbunden aktuator (9, 11), 10 k ä n n e t e c k n a d av att aktuatoren är anordnad att bibringa verktygshållaren en vibrationsrörelse i sidled, för att bringa verktygshållaren att vibrationsartat röra sig omväxlande med och mot matningsriktningen.

9. Svarv enligt patentkrav 8, k ä n n e t e c k - 15 n a d av att den innefattar ett styrsystem, varvid styrsystemet innefattar en styrenhet (7) och en till styrenheten ansluten och med verktygshållaren förbunden vibrationssensor (13, 15), att nämnda aktuator är ansluten till styrenheten, att nämnda vibrationssensor är anordnad 20 för avkänning av verktygets vibrationer i sidled och att styrenheten är anordnad för styrning av vibrationsrörelsen genom styrning av aktuatoren i beroende av sensorsignaler från vibrationssensorn.

10. Svarv enligt patentkrav 8 eller 9, k ä n n e - 25 t e c k n a d av att nämnda aktuator (9, 11) innefattar ett aktivt element (9, 11) som är inbäddat i verktygshållarens (5) kropp.

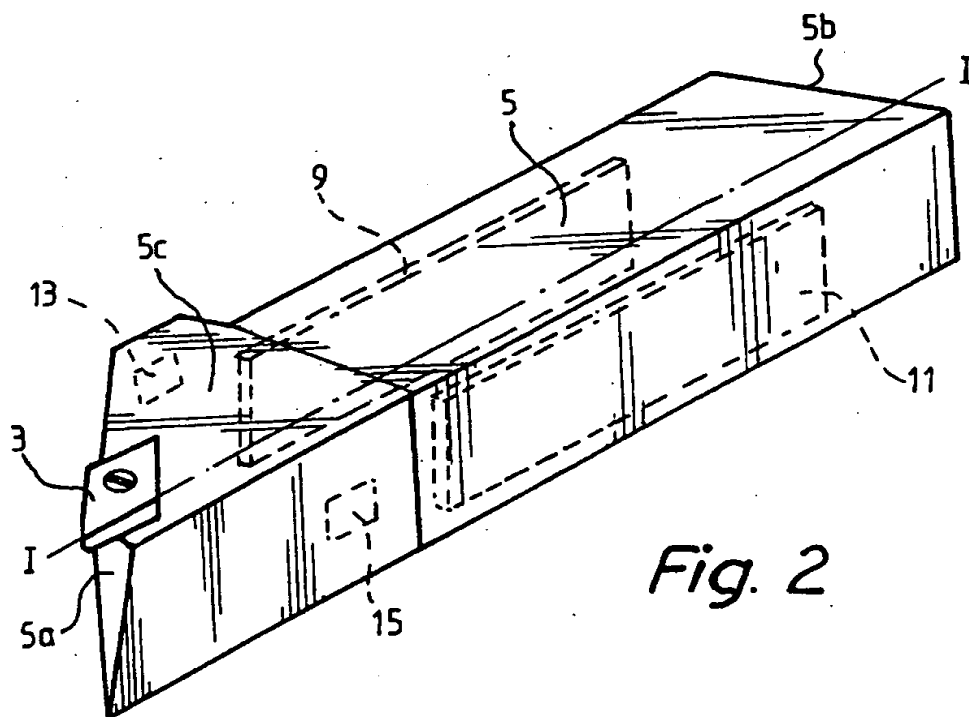
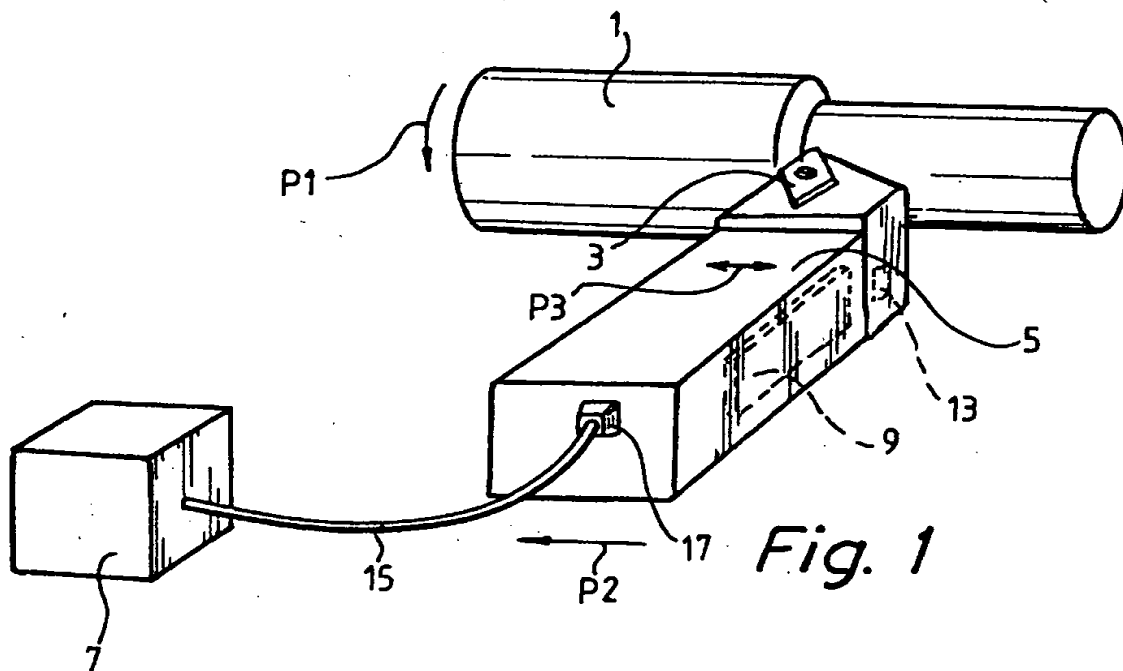
11. Svarv enligt patentkrav 10, k ä n n e t e c k - n a d av att nämnda aktiva element (9, 11) utgörs av ett 30 piezokeramelement (9, 11).

12. Metod för ökning av ytjämnheten hos en svarvad yta, innefattande att styra en verktygshållares vibrationer under svarvning, k ä n n e t e c k n a d av att bibringa verktygshållaren en vibrationsrörelse i sidled, 35 för att bringa verktygshållaren att vibrationsartat röra sig omväxlande med och mot en matningsriktning.

13. Metod enligt patentkrav 12, k ä n n e t e c k -
n a d av att bibringa verktygshållaren nämnda vibra-
tionsrörelse med hjälp av en aktuator innefattande ett i
verktygshållarens kropp inbäddat aktivt element.

5 14. Metod enligt patentkrav 13, k ä n n e t e c k -
n a d av att återkopplat styra nämnda vibrationsrörelse
genom att avkänna verktygshållarens sidovibration och
styra nämnda aktuator i beroende av nämnda sidovibration.

10 15. Metod enligt något av patentkraven 12-14,
k ä n n e t e c k n a d av att anpassa nämnda vibra-
tionsrörelse med hänsyn tagen till matningshastigheten.



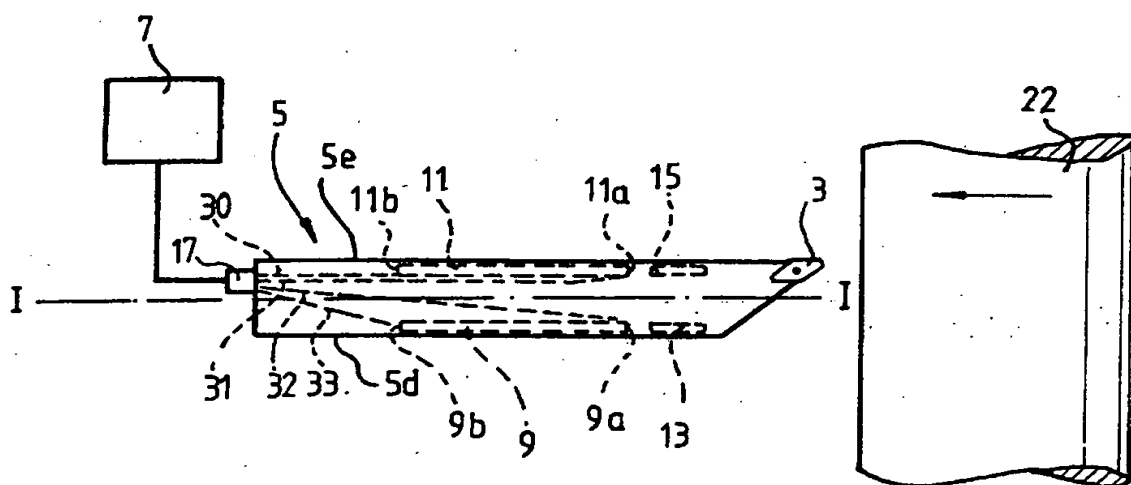


Fig. 3